

Bruno Galli^IFrancisco Chiaravalloti Neto^{II}

Modelo de risco tempo-espacial para identificação de áreas de risco para ocorrência de dengue

Temporal-spatial risk model to identify areas at high-risk for occurrence of dengue fever

RESUMO

OBJETIVO: Aplicar o modelo tempo-espacial para avaliar áreas de risco para a ocorrência de dengue.

MÉTODOS: Foram considerados os 11.989 casos de dengue confirmados e autóctones, georreferenciados por endereço em São José do Rio Preto entre setembro de 2001 e agosto de 2006. Para avaliar a severidade e a magnitude da transmissão foram adotados índices de frequência, duração e intensidade. O indicador local de autocorrelação espacial foi adotado para identificar agrupamentos espaciais significantes ($p < 0,05$). Os valores dos três índices foram considerados altos em uma unidade espacial quando seus valores padronizados foram positivos e significantes os respectivos valores do indicador local de autocorrelação espacial.

RESULTADOS: Do total de casos de dengue geocodificados, 38,1% ocorreram nas unidades espaciais urbanas, classificadas como de maior risco: 19,4% em 2001-2002, 13,9% em 2002-2003, 2,8% em 2003-2004, 16,7% em 2004-2005 e 21,3% em 2005-2006. O uso das três medidas de risco permitiu a identificação de áreas de maior risco para ocorrência de dengue, concentradas na região norte da cidade. Embora os dados de notificação de casos estejam sujeitos a vieses próprios, é uma informação disponível nos serviços de saúde que pode produzir conclusões, recomendações e hipóteses importantes.

CONCLUSÕES: Os procedimentos adotados pelo estudo, não complexos e baseados em notificações, podem ser utilizados rotineiramente pelos serviços responsáveis pela vigilância e controle do dengue para identificação de áreas de risco.

DESCRIPTORIOS: Dengue, epidemiologia. Fatores de Risco. Sistemas de Informação Geográfica, utilização. Modelos Epidemiológicos.

^I Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto. São José do Rio Preto, SP, Brasil

^{II} Superintendência de Controle de Endemias. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. São José do Rio Preto, SP, Brasil

Correspondência | Correspondence:

Francisco Chiaravalloti Neto
Laboratório de Vetores
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5416
15090-000 São José do Rio Preto, SP, Brasil
E-mail: fcneto@famerp.br

ABSTRACT

OBJECTIVE: To apply the temporal-spatial model to assess high-risk areas for the occurrence of dengue fever.

METHODS: A total of 11,989 confirmed, autochthonous dengue fever cases, geocoded by address in the city of São José do Rio Preto (Southeastern Brazil), between September of 2001 and August of 2006, were included in the study. Frequency, duration and intensity indices were used to assess the severity and magnitude of transmission. The local indicator of spatial association was adopted to identify significant spatial clusters ($p\text{-value} < 0.05$). The values of the three indices were considered high in a spatial unit when their standard values were positive and the respective local indicator of spatial association values were significant.

RESULTS: Of all the geocoded dengue fever cases, 38.1% occurred in the urban spatial units, classified as highest-risk: 19.4% in 2001-2002, 13.9% in 2002-2003, 2.8% in 2003-2004, 16.7% in 2004-2005, and 21.3% in 2005-2006. The utilization of three risk measures enabled to identify higher-risk areas for the occurrence of dengue fever, concentrated in the city's northern region. Even though case notification data are subject to bias, this information is available in the health services and can lead to important conclusions, recommendations and hypotheses.

CONCLUSIONS: The non-complex, notification-based procedures adopted in the study could be routinely used by services that are responsible for dengue fever surveillance and control to identify high-risk areas.

DESCRIPTORS: Dengue, epidemiology. Risk Factors. Geographic Information Systems, utilization. Epidemiologic Models.

INTRODUÇÃO

Atualmente a dengue é considerada a doença viral transmitida por mosquito mais importante do mundo, cuja incidência aumentou 30 vezes nos últimos 50 anos. Estima-se que 2,5 bilhões de pessoas estejam em risco em mais de 100 países endêmicos; mais de 50 milhões de infecções ocorrem anualmente com 500.000 casos de dengue hemorrágica e 22.000 mortes, principalmente entre crianças.^a

As razões para o ressurgimento global de epidemias de dengue não estão completamente compreendidas, mas estão relacionadas a mudanças demográficas e sociais, incluindo o aumento do fluxo populacional.¹² O crescimento populacional, a migração rural-urbana, infra-estrutura urbana básica inadequada e crescimento exponencial do consumismo são responsáveis pelas condições que favorecem a transmissão da dengue.¹⁴

No Brasil, o nível endêmico de dengue já alterou os indicadores de morbidade, e a magnitude destas incidências nos últimos anos superou a de todas as

outras doenças de notificação compulsória.⁹ O País foi responsável por 85% dos casos de dengue notificados nas Américas do Sul e Central, em 2006.^b

Segundo Tran et al (2004),¹⁰ por não haver vacina ou tratamento específico disponível para a dengue, a única forma de prevenir a doença é aplicar estratégias de controle do vetor as quais exigem que áreas de risco e períodos de risco sejam identificados. A heterogeneidade da incidência de dengue observada no tempo e no espaço reflete a complexidade dos fatores de risco envolvidos na transmissão da doença.¹¹ Modelagens dinâmicas da dengue podem ajudar a entender, localmente, as influências dos diferentes parâmetros e, em larga escala, os mecanismos de emergência.⁴

O uso de sistemas de informação geográfica (SIG) atualmente facilitou o mapeamento de casos de doenças. Os SIG, do modo com vêm sendo utilizados, têm proporcionado apenas uma exposição visual de sua

^a World Health Organization. Dengue and dengue haemorrhagic fever. Geneva; 2002 [citado 2006 jan 1]. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>

^b Pan American Health Organization. Number of reported cases of dengue & dengue hemorrhagic fever (DHF), Region of the Americas (by country and subregion). 2006 [citado 2007 mar 1]. Disponível em: <http://www.paho.org/English/AD/DPC/CD/dengue-cases-2006.htm>

ocorrência, mas poderiam ser úteis para a confirmação da existência de agrupamento de casos ou de correlação espacial. Além disso, Wen et al (2006)¹³ consideram que o uso apenas das taxas de incidências para avaliação da ocorrência de doenças produz resultados limitados, propondo um modelo de risco tempo-espacial para mapeamento da distribuição geográfica de casos. Esse modelo baseia-se em três medidas de risco temporal no espaço geográfico – frequência, persistência e intensidade, tendo sido aplicado à epidemia de dengue ocorrida em Taiwan em 2002 e considerado adequado para identificação de áreas de risco.

Tendo como base o modelo proposto por Wen et al (2006),¹³ o presente estudo teve por objetivo aplicar modelo tempo-espacial para avaliar áreas de risco para a ocorrência de dengue.

MÉTODOS

O município de São José do Rio Preto está localizado ao norte do Estado de São Paulo. Sua população estimada em 2006 era de 415.509 habitantes.

Foram considerados os casos de dengue confirmados e autóctones registrados pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), no período de setembro de 2001 a agosto de 2006, segundo data de início de sintomas. No período de setembro de 2001 a março de 2006, o critério de confirmação dos casos foi por exame laboratorial e, no período de abril a agosto de 2006, o critério foi o clínico-epidemiológico.

O processo de geocodificação foi obtido pela equiparação dos endereços dos casos de dengue com mapa de segmento de logradouros fornecido pela Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto, usando o *software* ArcGIS 9.1.³ Esse processo começou com a análise e padronização automáticas dos endereços. A análise foi feita dividindo-se os endereços em duas partes contendo a denominação do logradouro e o número do imóvel, enquanto a padronização modificou esses componentes quando necessário, para que atendessem aos critérios do sistema brasileiro de endereçamento. Finalmente, a geocodificação foi obtida pela interpolação linear do número do endereço a um ponto no segmento de logradouro correspondente, situado entre dois pontos que definem a faixa de numeração daquele segmento de logradouro.¹⁵

O estudo envolveu 108 unidades espaciais (com área de cobertura entre 0,083 e 4,37 km²), criadas a partir do agrupamento de setores censitários em área urbana. Para a criação de cada unidade foram utilizados quatro setores e procurou-se respeitar delimitadores geográficos, como rios e rodovias, assim como manter similaridade na forma geométrica de cada unidade.

As unidades temporais foram obtidas a partir da data de início dos sintomas, classificando os casos por ano sazonal (de setembro de um ano a agosto do ano seguinte) e semana epidemiológica (Sinan). Esses meses foram escolhidos por geralmente apresentarem as menores incidências em relação aos outros meses do ano.⁵

Para avaliar a severidade e magnitude de risco de transmissão foram adotados três índices de risco temporal,¹³ calculados para cada unidade espacial e ano sazonal:

- Índice de frequência (α), definido como $\alpha = \frac{SE}{ST}$,

onde ST é o número total de semanas durante o período considerado e SE é o número total de semanas com um ou mais casos ocorridos durante o período considerado. Representa a proporção de semanas com um ou mais casos ou a probabilidade de que um ou mais casos ocorram em uma determinada semana no período estudado (um ano ou 52 semanas).

- Índice de duração (β), definido como $\beta = \frac{SE}{OE}$, onde

SE está descrito acima e OE é o número total de ondas epidêmicas durante o período considerado. Uma onda epidêmica, para Wen et al (2006),¹³ é definida como um agrupamento de semanas com a ocorrência de casos sem interrupção. Esse índice aponta a persistência da transmissão e representa a duração média, em semanas, das ondas epidêmicas que ocorreram no período considerado.

- Índice de intensidade (γ), definido como $\gamma = \frac{TI}{OE}$,

onde TI é a taxa de incidência durante o período considerado e OE descrito acima. Avalia a severidade da transmissão tendo como base a seqüências de semanas com ocorrência de casos sem interrupção. Valores altos significam transmissão mais concentrada no tempo.

O indicador local de autocorrelação espacial (*local indicator of spatial association* – LISA)¹ foi adotado como índice para identificar agrupamentos espaciais significantes. A definição do índice LISA é dada por:

$$I(i) = \left(\frac{Xi - \bar{X}}{\delta} \right) \cdot \sum_{j=1}^n Wij \cdot \left[\frac{Xj - \bar{X}}{\delta} \right] \text{ onde } I(i) \text{ é o LISA}$$

da região i , Wij é a proximidade da região i à região j , \bar{X} é o valor do índice temporal da região i , Xj é o valor do índice temporal da região j , \bar{X} é o valor médio do índice temporal, δ é o desvio-padrão de Xi e n é o número total de regiões avaliadas. O termo Wij descreve a proximidade da região i à região j . Se a região i é adjacente à região j , o valor 1 é atribuído; caso contrário, o valor 0 é atribuído.

Valores positivos altos do LISA indicam que os valores das feições adjacentes são similares aos daquela feição (sejam altos ou baixos). Valores negativos para uma feição indicam que ela é circundada por feições

com valores dessemelhantes, ou seja, tem alto valor em relação a vizinho com baixo valor ou baixo valor com relação a vizinho com alto valor. Os valores do LISA foram considerados estatisticamente significantes para $p < 0,05$.

Para cada índice de risco temporal (frequência, duração e intensidade) obtido em cada unidade espacial e em cada ano sazonal, calcularam-se o valor padronizado (diferença em relação à média, dividida pelo desvio-padrão) e o LISA. Os valores de cada um desses índices foram considerados altos quando os seus valores padronizados foram positivos e os respectivos valores do LISA foram significantes.

Em seguida, cada unidade espacial foi classificada em uma das oito classificações criadas para todas as combinações possíveis dos três índices temporais sendo sete delas (A a G) consideradas de maior risco e a H, de menor risco. As combinações das áreas de risco foram: tipo A, com altos valores dos índices de frequência, duração e intensidade; tipo B, com altos valores dos índices de frequência e duração; tipo C, altos valores do índice de frequência; tipo D, com altos valores dos índices de duração e intensidade; tipo E com altos valores do índice de intensidade; tipo F, com altos valores dos índices de frequência e intensidade; tipo G, com altos valores do índice de duração; tipo H não apresentam altos valores em nenhum dos índices.

Foram criados mapas temáticos com o *software* ArcGIS 9.1,³ ilustrando as áreas de risco, conforme a classificação (A-H). Para cada índice e cada ano sazonal foram calculados os índices de Moran,¹ que são medidas globais de correlação espacial. Foram considerados significantes valores com $p < 0,05$.

RESULTADOS

Do total de 14.697 casos autóctones registrados pelo Sinan no período estudado, 470 situavam-se fora da área de cobertura dos setores censitários urbanos e foram excluídos do processo de geocodificação. Dos 14.226 casos restantes, 11.989 (84,3%) foram geocodificados e 2.237 (15,7%) não foram geocodificados. A impossibilidade de geocodificação desses casos deveu-se, sobretudo, à ausência ou insuficiência dos dados contidos na base de dados do Sinan.

Na Tabela são apresentadas as classificações das unidades espaciais segundo risco e os valores dos índices de Moran para as três medidas de risco temporal. No ano sazonal 2001-2002, 74,1% das unidades foram classificadas como tipo H, nas quais todos os três índices apresentam baixos valores. Foram identificadas 17 unidades (15,7%) com valores altos para o índice de frequência, nove (8,3%) para o índice de duração e nove (8,3%) para o índice de intensidade. No ano sazonal 2002-2003, 68,6% das unidades foram classificadas como tipo H. Foram identificados valores altos em

12 unidades (11,1%) para o índice de frequência, 12 (11,1%) para o índice de duração e três (2,8%) para o índice de intensidade.

O ano sazonal 2003-2004 apresentou a maior quantidade de unidades sem casos de dengue (92,6%). Foi também o ano que apresentou a menor incidência de dengue, com 41 casos registrados. Apresentaram valores altos apenas duas unidades (1,9%) para o índice de frequência e duas (1,9%) para o índice de intensidade.

No ano sazonal 2004-2005, 44,4% das unidades foram classificadas como tipo H. Foram identificados com valores altos: 14 unidades (13,0%) para o índice de frequência, 11 (10,2%) para o índice de duração e 7 (6,5%) para o índice de intensidade. O ano sazonal 2005-2006 foi o que apresentou a maior incidência de dengue, com 10.391 casos, sendo também o ano em que todas as unidades espaciais apresentaram casos. Dos setores, 78,7% foram classificadas como tipo H. Foram identificadas com valores altos 19 unidades (17,6%) para o índice de frequência, seis (5,6%) para o índice de duração e nove (8,3%) para o índice de intensidade.

As Figuras 1 a 4 apresentam os mapas temáticos com as unidades espaciais caracterizadas como áreas de risco para os cinco anos sazonais analisados, isto é, classificadas como de A a G. Em 2001-2002, todas (21 em 108) estão situadas na região norte da cidade. Em 2002-2003, foram identificadas unidades classificadas como de tipo B (12) e E (3) que, igualmente ao observado no ano anterior, situam-se na região norte.

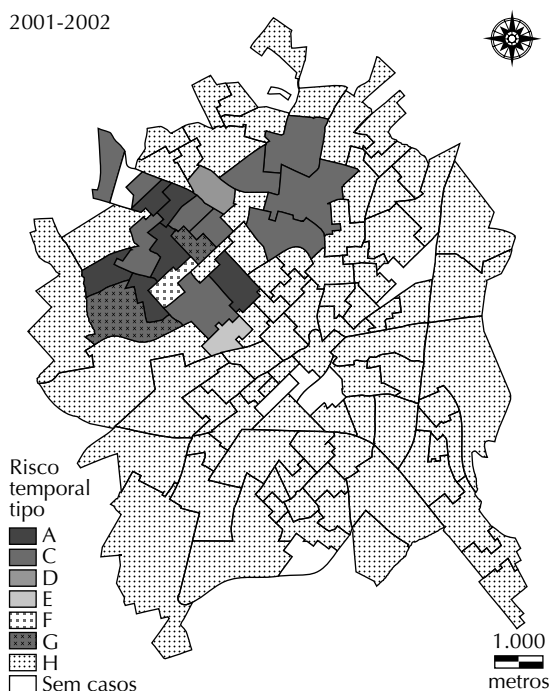


Figura 1. Unidades espaciais segundo classificação de riscos para ocorrência de dengue. São José do Rio Preto, SP, setembro de 2001 a agosto de 2002.

Tabela. Unidades espaciais segundo classificação dos riscos para ocorrência de dengue, índices de frequência, duração e intensidade. São José do Rio Preto, SP, 2001 a 2006.

Ano	Classificação dos riscos	Risco temporal			Total de unidades espaciais	Densidade populacional (habitantes por km ²)	Casos de dengue
		Índice de frequência, α (valores médios)	Índice de duração, β (valores médios)	Índice de intensidade, γ (valores médios)			
2001-2002	A	5,433	5,727	4,743	6	7.567	160
	C	3,743	0,612	0,291	10	4.733	175
	D	0,663	3,946	6,553	1	5.823	20
	E	1,745	0,602	2,121	1	7.777	35
	F	9,475	0,000	8,140	1	7.344	27
	G	1,706	3,025	0,645	2	4.004	19
	H	0,679	0,345	0,283	80	3.776	472
	Sem casos	0	0	0	7	6.175	0
	Total Global	1,464	0,869	0,716	108	4.134	908
2002-2003	Índice Moran	0,091 (p=0,0000)	0,062 (p=0,0000)	0,037 (p=0,0000)			
	B	3,425	3,425	0,298	12	4.704	98
	E	0,356	0,356	5,765	3	7.219	44
	H	0,418	0,418	0,188	74	4.075	267
	Sem casos	0	0	0	19	4.313	0
	Total Global	0,859	0,859	0,372	108	4.217	409
2003-2004	Índice Moran	0,096 (p=0,0000)	0,096 (p=0,0000)	0,095 (p=0,0000)			
	C	7,064	0,000	0,000	1	10.545	5
	E	0,000	0,000	9,327	1	10.158	2
	F	4,139	0,000	6,126	1	8.537	1
	H	0,000	0,000	0,000	5	2.525	33
	Sem casos	0	0	0	100	4.492	0
2004-2005	Total Global	0,358	0,311	0,410	108	4.392	41
	I Moran	0,098 (p=0,0000)	0,096 (p=0,0000)	0,089 (p=0,0000)			
	A	6,708	4,833	4,174	5	6.361	64
	B	5,038	4,044	1,021	2	4.439	17
	C	3,650	1,169	0,442	7	4.404	35
	D	0,754	5,204	3,152	2	8.713	13
2005-2006	G	1,449	3,796	1,301	2	3.000	10
	H	0,266	0,461	0,212	48	4.443	101
	Sem casos	0	0	0	42	4.441	0
	Total Global	1,210	1,388	0,624	108	4.488	240
	Índice Moran	0,079 (p=0,0000)	0,070 (p=0,0000)	0,033 (p=0,0000)			
	A	4,071	2,779	5,705	1	11.425	207
2005-2006	B	6,087	4,389	0,619	4	6.687	535
	C	3,308	0,425	0,502	9	4.220	1.346
	E	0,669	0,926	2,863	3	8.300	597
	F	3,509	1,239	3,077	5	6.025	973
	G	1,918	6,810	0,000	1	8.126	179
	H	1,629	0,624	0,996	85	4.326	6.554
2005-2006	Total Global	2,020	0,861	1,124	108	4.584	10.391
	Índice Moran	0,143 (p=0,0000)	0,040 (p=0,0000)	0,082 (p=0,0000)			

Valores em negrito: médias de valores considerados altos

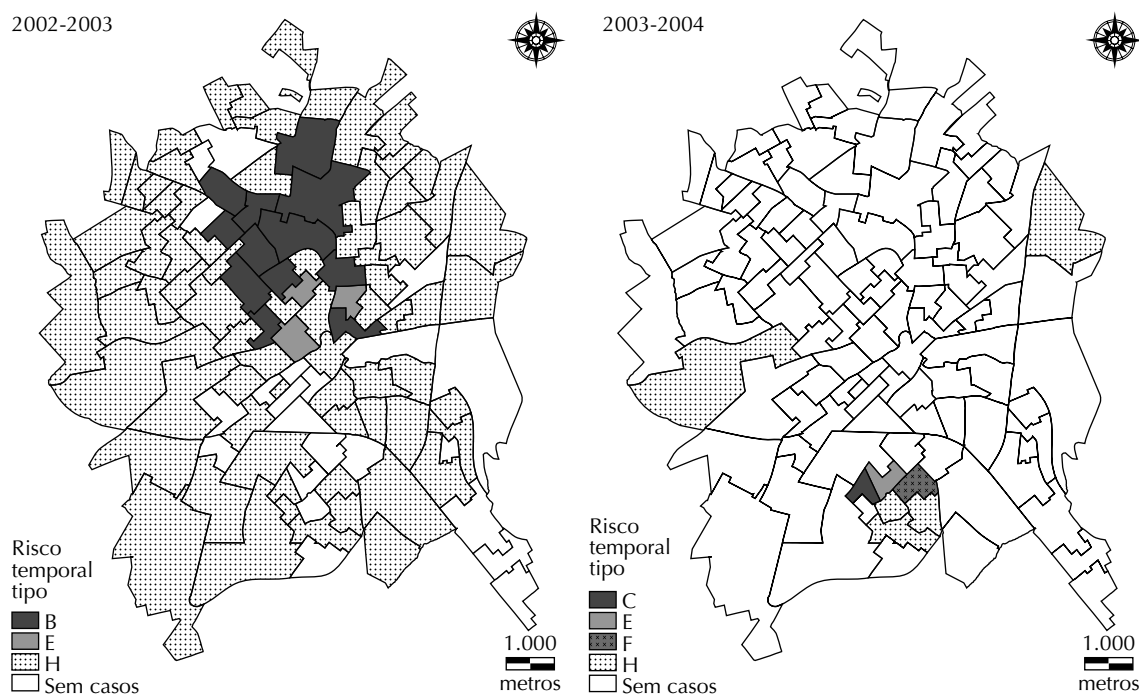


Figura 2. Unidades espaciais segundo classificação de riscos para ocorrência de dengue. São José do Rio Preto, SP, setembro de 2002 a agosto de 2004.

Diferentemente do observado nos anos anteriores, as unidades identificadas como áreas de risco em 2003-2004 situam-se na região sul da cidade. Além das áreas do tipo H, em que nenhum dos índices apresenta valores altos, foram identificadas apenas três unidades em áreas de risco, dos tipos C, E e F. Nos anos sazonais 2004-2005 e 2005-2006, as unidades caracterizadas como áreas de risco voltaram se concentrar na região norte da cidade.

Foram classificadas como unidades de maior risco, 19,4% em 2001-2002 (48,0% dos casos de dengue), 13,9% em 2002-2003 (34,7% dos casos), 2,8% em 2003-2004 (19,5% dos casos), 16,7% em 2004-2005 (57,9% dos casos) e 21,3% em 2005-2006 (36,9% dos casos). Do total de casos de dengue no período de setembro de 2001 a agosto de 2006 (11.989), 4.562 (38,1%) ocorreram em unidades classificadas como de maior risco.

DISCUSSÃO

Quatro problemas principais devem ser mencionados no presente estudo: uso de informações de casos notificados de dengue, utilização de dois critérios diagnósticos, uso do endereço de residência e não-georreferenciamento de 15,7% dos casos. Em relação ao primeiro, os casos notificados representam uma parcela do total de infecções ocorridas, o que produz viés na análise. Os casos assintomáticos e os doentes que não procuram por assistência não aparecem nas estatísticas. E mesmo os que procuram, muitas vezes não entram no

sistema de notificação. Deve haver também diferenciais de notificação, pois pessoas moradoras de áreas mais abastadas podem ser menos dispostas a enfrentar as rotinas dos serviços de saúde.^{2,8}

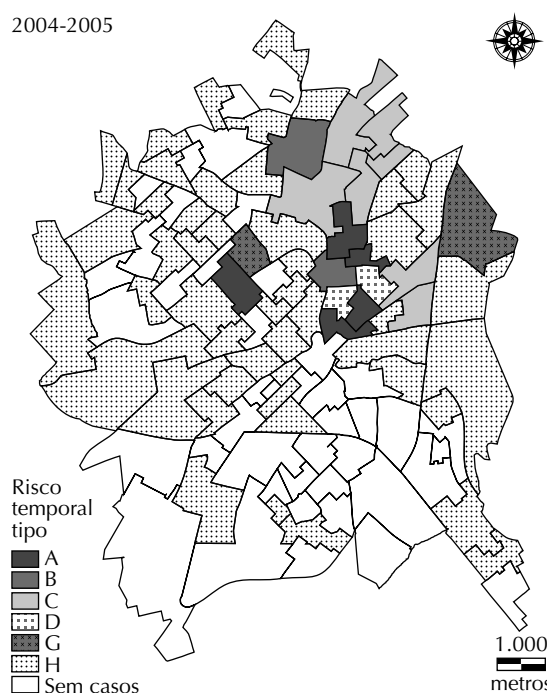


Figura 3. Unidades espaciais segundo classificação de riscos para ocorrência de dengue. São José do Rio Preto, SP, setembro de 2004 a agosto de 2005.

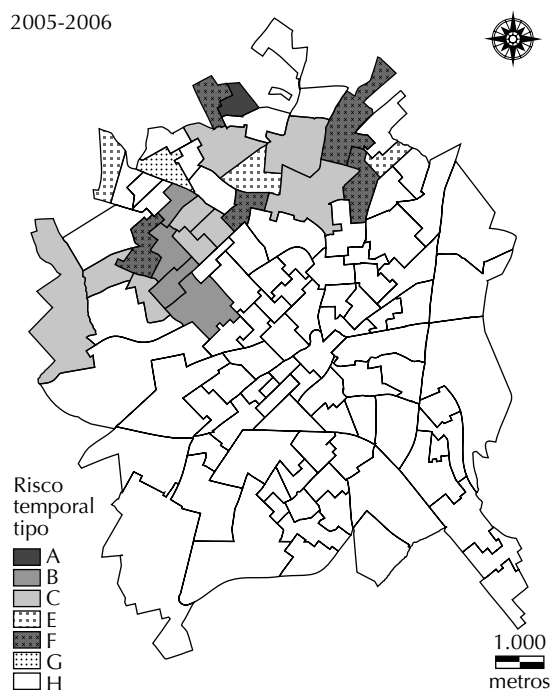


Figura 4. Unidades espaciais segundo classificação de riscos para ocorrência de dengue. São José do Rio Preto, SP, setembro de 2005 a agosto de 2006.

Entre abril e agosto de 2006 os casos de dengue de São José do Rio Preto foram confirmados pelo critério clínico-epidemiológico e não mais por meio de exame de sangue. Isso porque o município havia ultrapassado o limite de 300 casos por 100.000 habitantes, condição utilizada pela Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo para interrupção da realização de exames sorológicos (Centro de Vigilância Epidemiológica: informações não publicadas). Portanto houve um aumento artificial de casos neste período em relação aos períodos anteriores.

O uso do endereço de residência para o georreferenciamento dos casos pressupõe que a transmissão tenha ocorrido no domicílio, mas ela também pode estar relacionada com o local de trabalho, de estudo, de lazer, entre outros. A geocodificação dos casos depende do correto preenchimento da ficha de investigação, o que muitas vezes não ocorre por falta de treinamento ou desinteresse no seu preenchimento.

Apesar dos vieses apontados, a informação disponível pelos serviços de saúde pode produzir conclusões, recomendações e hipóteses importantes. Embora essa informação não permita compreender o processo de transmissão da doença, é possível buscar aprimorar o sistema de vigilância e de controle para fornecer ferramentas que ajudem os serviços responsáveis pelo controle na tomada de decisões e otimização das ações.⁵ De toda maneira, é importante aprimorar o sistema de notificação dos casos para que os vieses apontados possam ser minimizados quando de sua utilização.

O georreferenciamento e as técnicas de análise espacial têm sido cada vez mais utilizados para avaliar a distribuição dos vetores e das doenças por eles transmitidas, tendo contribuído para a melhoria das atividades de vigilância e controle. A sua maior utilidade é traçar estratégias dependentes das várias realidades que compõem o município. Assim, o uso dessas ferramentas proporciona a identificação de áreas de risco que mereçam a intensificação e/ou priorização de medidas de controle.⁷

Embora significantes, todos os valores obtidos dos índices de Moran apresentaram-se baixos, o que aponta uma pequena dependência espacial para os três índices de risco temporal. Apesar disso, as unidades espaciais de maior risco foram responsáveis no período por mais de um terço dos casos de dengue e, no ano 2004-2005, englobaram 57,8% dos casos. Apenas no ano 2003-2004, as unidades de maior risco foram identificadas na zona sul da cidade, mas nos demais anos concentraram-se na zona norte. Mesmo não havendo coincidência total entre as unidades de maior risco identificadas nos diversos períodos, este resultado mostra que esta área da cidade deve ser priorizada em termos de vigilância e controle dos vetores e da doença.

Para Wen et al (2006),¹³ a análise dos resultados obtidos por meio dos três índices temporais para as unidades espaciais, com suas respectivas classificações de risco, podem ser úteis para o reconhecimento de padrões de ocorrência da doença e para avaliação da eficácia das medidas de controle. Mesmo que o número de unidades identificadas como de maior risco (2,8% em 2003-2004 a 21,3% em 2005-2006) seja pequeno, o serviço de saúde deve dispensar atenção redobrada sobre essas áreas, pois os altos valores dos indicadores temporais podem ser resultantes de piores condições ambientais e socioeconômicas e/ou de falhas no controle.

Estudo realizado no município de São José do Rio Preto⁶ apontou relação entre maiores incidências de dengue e piores níveis socioeconômicos apenas para o ano sazonal 1994-1995. Nos demais períodos (1995 a 2002) as duas variáveis não estiveram relacionadas. Entretanto, grande parte das áreas com piores níveis socioeconômicos estavam concentradas na zona norte da cidade, onde se identificou a grande maioria das unidades espaciais de risco.⁶ De toda maneira, a relação entre dengue e níveis socioeconômicos é ainda uma questão em aberto.

Para Wen et al (2006),¹³ a consideração das possíveis combinações dos três indicadores de risco temporal é importante para diferenciar características de risco. Assim, uma vez identificadas e mapeadas as unidades de maior risco, o passo seguinte é comparar seus diferentes padrões.

As unidades classificadas como A, segundo Wen et al (2006),¹³ são as áreas onde a transmissão ocorreu de forma mais severa e poderiam ser fontes de espalhamento de casos de dengue para outras áreas. A baixa

intensidade das áreas B seria resultante de uso maciço de inseticida e a existência de mosquitos resistentes poderia ser responsável pela alta frequência e longa duração. A alta frequência e as baixas duração e intensidade das áreas C estariam ligadas a existência de fontes de transmissão não identificadas e a inefetividade de medidas de controle.

A longa duração e a alta intensidade das áreas D podem ser resultantes de uma transmissão severa, mas a baixa frequência aponta para o esgotamento de suscetíveis ou para relativa efetividade das medidas de controle. As áreas tipo E, de alta intensidade e baixas frequência e duração, estariam relacionadas a poucos, intensos e frequentemente interrompidos pulsos de transmissão, mostrando que as medidas de controle adotadas foram efetivas.¹³

As altas frequência e intensidade e baixa duração das áreas tipo F indicam pulsos de transmissão frequentemente

interrompidos e mostram que as medidas de controle não foram efetivas em longo prazo e também não foram aplicadas de forma integrada. As áreas G, de alta duração e baixas frequência e intensidade, poderiam resultar de transmissão contínua, mas branda ou silenciosa de dengue. Estas poderiam ser ignoradas pelos serviços de saúde e servir de fonte de infecção para novas áreas entre anos consecutivos.^{2,5,13}

O uso das três medidas de risco temporal propostas por Wen et al (2006)¹³ permitiu a identificação de áreas de maior risco para ocorrência de dengue concentradas na região norte de São José do Rio Preto, no período 2001 a 2006. Como os procedimentos adotados não são complexos e baseiam-se em dados de notificação de casos, eles podem ser utilizados rotineiramente pelos serviços de saúde responsáveis pela vigilância e controle do dengue para identificação de áreas de risco.

REFERÊNCIAS

1. Anselin L. Local indicators of spatial association – LISA. *Geogr Anal.* 1995;27(2):93-115.
2. Chen WJ, Chen SL, Chien LJ, Chen CC, King CC, Harm MR, et al. Silent transmission of dengue virus in Southern Taiwan. *Am J Trop Med Hyg.* 1996;55(1): 12-6.
3. Environmental Systems Research Institute. ArcGIS 9.1 [software em CD-ROM]. Redlands; 2005.
4. Favier C, Schmit D, Muller-Graf CD, Cazelles B, Degallier N, Mondet B, et al. Influence of spatial heterogeneity on an emerging infectious disease: the case of dengue epidemics. *Proc Biol Sci.* 2005;272(1568):1171-7. doi:10.1098/rspb.2004.3020
5. Mondini A, Chiaravalloti-Neto F, Gallo y Sanches M, Lopes JCC. Análise espacial da transmissão de dengue em cidade de porte médio do interior paulista. *Rev Saude Publica.* 2005;39(3):444-51. doi:10.1590/S0034-89102005000300016
6. Mondini A, Chiaravalloti-Neto F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. *Rev Saude Publica.* 2007;41(6):923-30. doi:10.1590/S0034-89102007000600006
7. Souza-Santos R, Carvalho MS. Análise da distribuição espacial de larvas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saude Publica.* 2000;16(1):31-42. doi:10.1590/S0102-311X2000000100004
8. Teixeira MG, Barreto ML, Costa MC, Ferreira LD, Vasconcelos PF, Cairncross S. Dynamics of dengue virus circulation: a silent epidemic in a complex urban area. *Trop Med Int Health.* 2002;7(9):757-62. doi:10.1046/j.1365-3156.2002.00930.x
9. Teixeira MG, Costa MC, Barreto ML, Mota E. Dengue and dengue hemorrhagic fever epidemics in Brazil: what research is needed based on trends, surveillance, and control experiences? *Cad Saude Publica.* 2005;21(5):1307-15. doi:10.1590/S0102-311X2005000500002
10. Tran A, Deparis X, Dussart P, Morvan J, Rabarison P, Remy F, et al. Dengue spatial and temporal patterns, French Guiana, 2001. *Emerg Infect Dis.* 2004;10(4): 615-21.
11. Van-Benthen BH, Vanwambeke SO, Khantikul N, Burghoorn-Maas C, Panart K, Oskam L, et al. Spatial patterns of and risk factors for seropositivity for dengue infection. *Am J Trop Med Hyg.* 2005;72(2):201-8.
12. Vanwambeke SO, van Benthen BH, Khantikul N, Burghoorn-Maas C, Panart K, Oskam L, et al. Multi-level analyses of spatial and temporal determinants for dengue infection. *Int J Health Geogr.* 2006;5:5. doi:10.1186/1476-072X-5-5
13. Wen TH, Lin NH, Lin CH, King CC, Su MD. Spatial mapping of temporal risk characteristics to improve environmental health risk identification: a case study of a dengue epidemic in Taiwan. *Sci Total Environ.* 2006;367(2-3):631-40. doi:10.1016/j.scitotenv.2006.02.009
14. World Health Organization. Dengue haemorrhagic fever: diagnosis, treatment, prevention and control. 2. ed. Geneva; 1997.
15. Zimmerman DI, Fang X, Mazundar S, Rushton G. Modeling the probability distribution of positional errors incurred by residential address geocoding. *Int J Health Geogr.* 2007;6:1. doi:10.1186/1476-072X-6-1